

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РЕШТАКА ШАХТНОГО ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ ПСНР 800

УДК 622.619-216.54:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Соломатин Д.А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ/ Ст. преподаватель ЮТИ	Ильященко Д.П./ Кузнецов М.А.	к.т.н./ к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга-2020 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 3-10А51

Руководитель ВКР/Консультант

Д.А. Соломатин

Д.П. Ильященко/

М.А. Кузнецов

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

(Подпись) _____ (Дата) Д. П. Ильященко
(И.О.Ф.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Соломатину Дмитрию Александровичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака шахтного перегружателя ПСНР 800	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2020 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор и анализ литературы.2. Объект и методы исследования.3. Разработка технологического процесса.4. Конструкторский раздел.5. Проектирование участка сборки-сварки.6. Финансовый менеджмент.7. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.ПСНР800.180.00.000 СБ Рештак 2 листа (А1). 2. ФЮРА.000001.180.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 3 листа (А1). 3. ФЮРА.000002.180 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.180 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.180 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.180 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.180 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 8. Технологическая схема сборки и сварки изделия
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Кузнецов М.А..
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент	Полицинская Е.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
310A51	Соломатин Д.А.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом готовой работы:	
--------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2020	Обзор литературы	20
17.02.2020	Объекты и методы исследования	20
17.03.2020	Расчеты и аналитика	20
17.04.2020	Финансовый менеджмент	20
20.05.2020	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Соломатину Дмитрию Александровичу

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	612504руб 398240,47 руб 3406819,78 руб
2. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	упрощенная 13% 32,8%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений в оборудование приспособления и здание
2. Определение затрат на основные материалы
3. Определение затрат на вспомогательные материалы
4. Определение затрат на заработную плату
5. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования
6. Определение затрат на силовую электроэнергию
7. Расчет технико-экономической эффективности
8. Вывод

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A51	Соломатин Д.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А51	Соломатину Дмитрию Александровичу

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рештака на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты</i> <p>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</p>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Соломатин Д.А.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 129 с., 4 рисунка, 31 таблица, 40 источников, 3 приложения, 11 л. графического материала.

Ключевые слова: механизированная сварка, техпроцесс, режимы сварки, сварочный аппарат, производительность, участок, приспособление, социальная ответственность, менеджмент.

Актуальность работы: в выпускной квалификационной работе производим проектирование участка сборки-сварки рештака шахтного перегружателя ПСНР 800.

Объектом исследования является процесс изготовления рештака шахтного перегружателя ПСНР 800.

Цели и задачи работы. В результате данной дипломной работы необходимо спроектировать производство с высокой долей механизации и автоматизации увеличивающей производительность труда.

В процессе работы рассчитаны режимы сарки, подобрано сварочное оборудование, спроектирован участок, рассчитано приспособление, пронормированы сборочно-сварочные операции. Расчитана себестоимость изделия.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и КОМПАС–3D V10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualification work 129 pp., 4 figures, 31 tables, 40 sources, 3 applications, 11 l. graphic material.

Key words: mechanized welding, manufacturing process, welding modes, welding machine, productivity, site, fixture, social responsibility, management.

Relevance of the work: in the final qualification work, we design the assembly-welding section of the pan of the PSNR 800 mine reloader.

The object of research is the manufacturing process of the pit of the PSNR 800 mine reloader.

Goals and objectives of the work. As a result of this thesis, it is necessary to design a production with a high proportion of mechanization and automation that increases labor productivity.

In the process of operation, the welding modes are calculated, welding equipment is selected, the site is designed, the fixture is calculated, assembly and welding operations are normalized. Calculated the cost of the product.

WRC is executed in a text editor Microsoft Word 2016 and KOMPAS – 3D V10 and is presented on the disc (in an envelope on the back of the cover).

Оглавление

Введение	16
1 Обзор и анализ литературы	18
1.1 Выбор защитного газа для механизированной дуговой сварки	18
1.2 Газовые смеси, как способ совершенствования процессов сварки.	19
1.3 Газовые сварочные смеси и рекомендуемая область применения газовых смесей	21
1.4 Заключение	23
2 Объект и методы исследования	24
2.1 Описание сварной конструкции	24
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	24
2.3 Методы проектирования	28
2.4 Постановка задачи	29
3 Разработка технологического процесса	31
3.1 Анализ исходных данных	31
3.1.1 Основные материалы	31
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	37
3.1.3 Выбор вспомогательных материалов	37
3.2 Расчет технологических режимов	39
3.3 Выбор основного оборудования	42
3.4 Выбор оснастки	44
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	45
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	47
3.7 Разработка технической документации	52
3.8 Техническое нормирование операций	57
3.9 Материальное нормирование	59
3.9.1 Расход металла	59
	12

3.9.2 Расход сварочной проволоки	60
3.9.3 Расход защитного газа	60
3.9.4 Расход электроэнергии	60
4 Конструкторский раздел	62
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	62
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	62
4.3 Порядок работы приспособления	64
5 Проектирование участка сборки-сварки	65
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	65
5.2 Расчет основных элементов производства	66
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	68
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	69
5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха	69
5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	70
6 Финансовый менеджмент	71
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	71
6.2 Экономический анализ техпроцесса	71
6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	72
6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	74
6.2.3 Определение затрат на основные материалы	74
6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы	75
6.2.5 Определение затрат на заработную плату	76
6.2.7 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	76
6.2.8 Заработная плата административно-управленческого персонала	78
6.2.9 Определение затрат на силовую электроэнергию	78
6.2.10 Определение затрат на сжатый воздух	79
6.2.11 Определение затрат на амортизацию оборудования	79
6.2.12 Определение затрат на амортизацию приспособлений	80
	13

6.2.13	Определение затрат на ремонт оборудования	80
6.2.14	Определение затрат на содержание помещения	81
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	82
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	83
7	Социальная ответственность	85
7.1	Описание рабочего места	85
7.2.	Законодательные и нормативные документы	86
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	88
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	94
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	94
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	97
7.5	Охрана окружающей среды	98
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	99
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	100
	Список использованных источников	102
	Приложение А. (Спецификация Рештак)	105
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	106
	Приложение В (Технологический процесс)	108
	Дискета CD	В конверте на обложке
	Графическая часть	На отдельных листах
	ФЮРА.ПСНР800.180.00.000 СБ Рештак. Сборочный чертеж	Формат 2-А1
	ФЮРА.000001.180.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат 3-А1
	ФЮРА.000002.180 ЛП План участка	Формат А1
	ФЮРА.000003.180 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1
	ФЮРА.000004.180 ЛП Безопасность жизнедеятельности	Формат А1

ФЮРА.000005.180 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.180 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

Введение

Высокая надежность механизма может быть достигнута только с помощью комплексных продуктов, технологий, организационных и технических мер. Повышение надежности требует последовательной, целенаправленной работы дизайнеров, технологов, металлургов и производственных рабочих.

Основными условиями для производства качественной продукции являются строгое соблюдение передовых технологий производства, высокая культура производства и технологических процессов, строгий контроль производственных процессов на всех этапах производства, от производства деталей до сборки продукта. Сварка является одним из основных методов производства машиностроительной продукции.

Сварка широко используется в промышленности, что приводит к снижению потребления металла, времени выполнения и трудоемкости производственного процесса. Достижения в области автоматизации и механизации процесса сварки могут снизить затраты на единицу продукции, сократить продолжительность производственного цикла и улучшить качество продукции.

Сварка в наше время является одним из передовых процессов металлообработки. Существует множество типов сварки: ручная дуговая; сварка в инертных активных газах; сварка под флюсом; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

Механизированная сварка в газах является наиболее распространенной механизированной сваркой из-за ее простого и эффективного процесса, который характеризуется гибкостью и упругостью. Высокие технико-экономические показатели. Преимущества этого вида сварки следующие.:

- высокая тепловая мощность дуги;
- высокое качество сварных швов;

- возможность сварки разнородных металлов и тонкостенных изделий.

Перед сварочной отраслью стоит задача повышения эффективности производства. Это связано прежде всего с переходом на массовую механизацию производства, автоматизацию, повышение производительности труда и массовое использование высокоэффективных систем, машин, оборудования и технологических процессов для обеспечения соответствующими рабочими местами работников предприятия. В современных условиях сварочной промышленности важно понимать, что необходимо повышать производительность труда, а снижать себестоимость продукции. Данное обстоятельство позволяет качественно улучшить использование технологических процессов, тем самым улучшая использование рабочей силы и повышая конкуренцию, через оптимальные цены на потребительском рынке.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки рештака. В результате проведенного исследования в данной работе будет получено производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, которая позволит повысить производительность труда, а также качество сварного производимого изделия, в том числе общее улучшение условий труда для работающих.

В настоящее время в сварочном производстве ведущее значение имеет снижение себестоимости изделия и увеличение производительности труда. Это гарантирует качественно лучшее применение рабочей силы в производственном процессе и повышает конкурентоспособность изделия на потребительском рынке, и это важнейшая задача в современной экономической политике России.

1 Обзор и анализ литературы

1. 1 Выбор защитного газа для механизированной дуговой сварки

При выборе сварочного оборудования по типу, руководствуются удобством и скоростью наложения швов. К такому типу оборудования относятся полуавтоматы, которые по степени автоматизации процесса, занимают промежуточное положение между ручной дуговой сваркой и автоматической сваркой, полностью выполняемой без участия сварщика. К сварочным полуавтоматам относят устройства, осуществляющие электродугую сварку в среде защитных газов, металлов, использующие проволоочный электрод с непрерывной автоматической подачей [1]. Ответственным этапом любого технологического процесса механизированной сварки в среде защитных газов является зажигание сварочной дуги и установление стабильного процесса сварки.

Согласно ГОСТ 18130-7, зажигание дуги при механизированной сварке в защитных газах проволокой диаметром 0,8-1,6 мм возбуждается после нескольких соприкосновений электрода с изделием. Перед началом зажигания необходимо контролировать вылет электрода из горелки, он не должен превышать 7-15 мм. Большой вылет электрода при зажигании дуги может привести к плохому формированию начала шва и появления в нем пор.

Стабильность зажигания дуги зависит от угла подхода электрода к поверхности детали, с увеличением диаметра электрода и скорости его подачи зажигание ухудшается [1].

Механизированная сварка в смеси $Ar+Co_2$ является одним из ведущих технологических процессов соединения различных металлов. Преимущество процесса сварки на основе аргона состоит в том, что присутствие аргона значительно сокращает отходы и приводит к процессу переноса металла с

помощью струй и управляемых электродов. Эти изменения в сварочной дуге являются эффективным способом контроля ее технологических свойств: формы и механических свойств металла шва, а также степени проницаемости основного металла. Основной областью применения такой смеси является полуавтоматическая и автоматическая сварка различных моделей. Смесь $\text{Ar}+\text{CO}_2$ изготавливается из качественных компонентов по спец. технологии, основанной на методе определения массы каждого компонента смеси и последовательном взвешивании веществ в процессе заправки их в баллон.

1.2 Газовые смеси, как способ совершенствования процессов сварки.

В современном сварочном производстве MIG/MAG-сварка входит в ряд самых используемых методов, во многом благодаря тому, что существует возможность широкой роботизации и автоматизации. Этот способ широко распространен в развитых странах. Ее большим плюсом является соотношение высокой производительности к простоте и автоматизации процесса.

Термин «MIG/MAG-сварка» пришёл из английского языка и означает: MIG – «metal inert gas» – сварка в атмосфере инертного газа, MAG – «metal active gas» – сварка в атмосфере активного газа [2].

Отличие данных методов сварки заключается в том, что инертные защитные газы не принимают участия в сварочном процессе, а активные газы участвуют. В состав активных защитных газов, как правило, входят CO_2 или O_2 . Вследствие этого MAG-сварка применяется значительно чаще, чем MIG-сварка. Электродом в данных методах сварки является проволока, сделанная из металла. К этой проволоке путем использования токопроводящего наконечника подводят электрический ток. Под действием электрической дуги происходит расплавление проволоки. Чтобы обеспечить постоянную длину дуги, подача проволоки автоматизирована. Защитные газы подают из сварочной головки, как и электродную проволоку. Активные газы вступают во взаимодействие с

металлом. Это значит, CO_2 диссоциирует при больших T , образуя O_2 , который взаимодействует с металлом, окисляя его. Во избежание этого вредного процесса в сварочную проволоку вводят раскислители Si, Mn. Кроме того, вследствие окисления снижается поверхностное натяжение. Одним из следствий этого является более интенсивный разброс и разбрызгивание металла, чем при условии сварки в инертных газах.

Таким образом, MIG/MAG-сварка – это одна из разновидностей полуавтоматической сварки, проводящийся с помощью электрода – металлической проволоки в среде защитного газа.

Применение данного метода пригодно для сварки сталей (в т.ч. нержавеющей), а также алюминиевых сплавов.

Достоинствами данного метода являются высокая производительность, относительно небольшие выделения сварочного аэрозоля, отсутствует необходимость удалять шлак с поверхности сварочного шва, а недостатками – применение объёмных баллонов с газом и возможность использования в основном в производственных помещениях.

Количественными параметрами, характеризующими процесс MIG/MAG-сварки, являются ток сварки, напряжение дуги, коэффициент потерь металла на разбрызгивание, количество наплавленного металла в единицу времени, и коэффициент набрызгивания, определяющий трудозатраты на удаление брызг с поверхности. Состав наиболее применяемых смесей и характеристики процесса представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1 Состав защитных газов и характеристики сварочного процесса

Защитный газ	$I_{св}, A$	$U_{д}, V$	$Q, кг/ч$	$\Psi, \%$	$A_{нб}$
CO_2	200-210	22-23	2,3	4,7	1,5
	300-310	30-33	4,3	6,7	2,0
$97\%Ar+3\%O_2$	200-210	21-22	3,0	1,4	0,2

Продолжение таблицы 1

	300-310	29-30	4,3	0,5	-
82%Ar+18% CO ₂	200-210	24-25	3,7	3,8	0,3
	300-310	30-31	6,0	2,9	0,3
78%Ar+20% CO ₂ +2%O ₂	200-210	25-26	3,7	3.2	0,2
	300-310	30-31	6,0	2,9	0.2
86%Ar+12% CO ₂ +2%O ₂	200-210	21-22	3,1	1,4	0,2
	300-310	29-30	4,4	0,5	-

Где:

$I_{св}$ - ток сварки;

U_d - напряжение дуги;

Q - количество наплавленного металла в единицу времени;

ψ - коэффициент потерь металла на разбрызгивание;

$A_{нб}$ - коэффициент набрызгивания.

1.3 Газовые сварочные смеси и рекомендуемая область применения газовых смесей

Процентное содержание того или иного газа в смеси, выбирают в зависимости от толщины сварного шва, степени плавления, а также требования к сварному соединению должны выбираться с учетом условий использования этого продукта. Данный вопрос регулирует ГОСТ [3]. Область применения различных газовых смесей, рекомендуемые свариваемые материалы и их свойства при сварке плавящимся электродом, а также режимы сварки указаны в

ГОСТе14175-2010. Все сварные соединения высокого качества, так как рекомендованные нормы по ГОСТ, проходят тщательные испытания.

Газовая смесь, состоящая из 30% He (гелий) + 70% Ar (аргон) обеспечивает более эффективный нагрев, чем чистый аргон, что увеличивает проникновение и скорость сварки; поскольку поверхность сварного шва получается ровной, требуется меньше сварочной проволоки. А инертная газовая смесь, которая состоит из 50% гелия + 50% аргона подходит для любой сварки деталей, независимо от их толщины.

Газовая смесь, стоящая из 70% гелия и 30% аргона подходит для сварки лишь тонких материалов, но тем самым она может существенно уменьшить пористость, а скорость сварки увеличить, соответственно так же уменьшить, или практически убрать, необходимость подогрева. В то же время необходимо отметить, аргоновая сварка более стабильна, чем сварка CO₂. Принимая во внимание некоторые небольшие перебои подачи проволоки, и наличие ржавчины, следы технологической смазки аргоновая сварка является более стабильной [12].

Техника полуавтоматической сварки в смесях CO₂+O₂, Ar + CO₂ (25%) и Ar + O₂ + CO₂ (25%) проста. В зависимости от использования смеси зависит глубина провариваемого изделия. Например при сварке Ar + CO₂ глубина провара меньше, чем в CO₂ и CO₂ + O₂. Это так же сказывается на скорости сварки. Так при сварке с применением CO₂ и CO₂ + O₂, можно достигать максимальной скорости провара так, как глубина провара позволяет это сделать. Если говорить о ручном держателе, то скорость сварки несомненно сказывается на глубине провариваемого изделия. А для того, чтобы избежать процесса горения, полуавтоматическая сварка должна осуществляться при малых токах, что приводит к полуавтоматической скорости сварки, которая ниже, чем у автоматизации.

На качество сварки влияют растворенные в металле токсичные газы. Азот, водород, а также их соединения относятся к таким газам. Важно понимать, что смеси этих газов должны быть максимально чистыми, или иметь

минимальное количество таких примесей. Поэтому очень большую роль в металле сварного изделия служит примесь водорода, так как водород имеет свойство создавать пористость, а это в свою очередь в период охлаждения метала во время сварки может давать эффект растрескивания.

Примесь азота так же негативно влияет на качество сварного метала, так как металл теряет эластичность. Водяной пар в бензине бампера отрицательно скажется на качестве сварного шва. Вода как известно при высоких температурах раскладывается на такие компоненты как водород и кислород. Кислородный шлак принимается поэтапно, а водород к сожалению, имеет вышеупомянутый отрицательный эффект. Для этого в сварочной отрасли разработаны специальные газы, которые совместимы с составом сварочных газовых смесей.

Все данные газы должны соответствовать государственным стандартам. Для аргона по ГОСТ 10157-89 или ТУ 6-5761810-01-92, для двуокиси углерода (углекислого газа) ГОСТ8050-85, для технического кислорода ГОСТ 5583-78, гелия ГОСТ 51-940-80

1.4 Заключение

На качество сварного соединения оказывает влияние правильный подбор защитного газа и сварочной проволоки. Благодаря приведенным выше работам, и сделанным на их основе выводам выбирается автоматическая сварка в смеси газов ($\text{Ar}+\text{CO}_2$).

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Рештак – металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Рештак конвейера забойного скребкового ПСНР-800 является сложной коробчатой сварной конструкцией. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.ПСНР800.180.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 1605 мм×1094 мм×280 мм.

Масса, кг: 875 кг.

Рештак подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации.

Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции непосредственно в шахте.

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Сварку стальных конструкций необходимо осуществлять по разработанному на заводе технологическому процессу, оформленному в виде типовых или специальных технологических инструкций, карт и т.п., в которых должны учитываться особенности и состояние производства [4].

Механические свойства металла сварных соединений должны соответствовать требованиям ГОСТ 6996.

- временное сопротивление металла шва должно быть не ниже, чем у основного металла;

- твердость металла: не выше 350HV (340HB, 53HRB) – конструкций группы I согласно СНиП 11-23-81* и не выше 400HV (380HB, 100HRB) для

конструкций остальных групп;

- ударная вязкость на образцах типа VI при отрицательной температуре, указанной в проекте, должна быть не ниже 29 Дж/см^2 , за исключением соединений, выполняемых электрошлаковой сваркой;

- относительное удлинение не ниже $*16 \%$.

Примечания [4]:

- испытаниям на ударную вязкость подвергают металл стыковых или тавровых соединений с проплавлением кромок.

- при испытаниях на ударную вязкость металла границы сплавления норма может быть ниже, но не более чем на 5 Дж/см^2 .

- при необходимости оценки ударной вязкости на образцах других типов ее нормы следует указывать в проектной документации.

Сварочное оборудование должно уметь эффективно выполнять сварные соединения в соответствии с разработанными технологическими правилами. Стабильность параметров, указанных в технологическом режиме, обеспечиваемом оборудованием, должна оцениваться при оперативном контроле процесса сварки. [4].

Основные способы сварки, используемые при изготовлении конструкций, имеют следующие области эффективного применения:

- ручная дуговая сварка применяющаяся для выполнения прихваток при сборке конструкций, при исправлении дефектов сварных соединений, при сварке швов, расположенных в труднодоступных местах или различных пространственных положениях, когда механизированная сварка затруднена или нецелесообразна;

- автоматическая сварка под флюсом применяется в основном при укрупнении листовых заготовок, при сварке связующих швов в элементах составного сечения, при изготовлении полотнищ резервуаров и т.п.;

- механизированная сварка в защитных газах является универсальным и наиболее широко применяемым способом сварки в условиях преобладающего на заводах металлоконструкций единичного характера производства.

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла должна быть шириной не менее 20 мм. А также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка может быть повторно применена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Сварку следует производить в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва (нижнее, «в лодочку»). При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать несплавления шва со свариваемыми кромками.

Сварка каждого валика многослойного шва допускается после очистки предыдущего, а также от распыления шлака и металла. Перед нанесением следующего слоя необходимо удалить углубления, дефекты и трещинки в слое.

В случае двухсторонней сварки соединений, а также углов и желобов необходимо очистить основание сварного шва чистым металлом перед сваркой на тыльной стороне. Кратеры на концах швов должны быть тщательно заварены и зачищены.

При сварке пересекающихся стыковых швов усиление шва, выполненного первым, следует удалить заподлицо с основным металлом в зоне пересечения, если стыковое соединение не имеет разделки кромок, или придать ему форму разделки пересекающего шва.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771, ГОСТ 23518. [4].

В конце сварного шва сварное соединение и строительный слой должны быть очищены от шлака, до блестящего металла.

Сварное сборочное оборудование должно быть удалено без использования удара или повреждения основного металла, а их сварные швы должны быть очищены от основного металла путем удаления всех дефектов.

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов.

Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва. если нет других указаний в проектной или технологической документации.

При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной МЗДКН [4].

Дефектные слои можно переделать одним из следующих способов: путем механической очистки. Далее дефектные части частично или полностью удаляются обработкой и затем перевариваются.

Наплывы и недопустимое усиление швов обрабатывают абразивным инструментом. Неполномерные швы, недопустимые подрезы, незаплавленные кратеры, непровары и несплавления по кромкам подваривают с последующей зачисткой. Участки швов с недопустимым количеством пор и шлаковых включений полностью удаляют и заваривают вновь.

У обнаруженных в металле сварных соединений трещин должна быть установлена протяженность и глубина. Концы трещины должны быть засверлены (диаметр отверстия 5-8 мм) с припуском по 15 мм с каждого конца. Затем производится подготовка участка под заварку путем создания И-образной разделки кромок (угол раскрытия 60-70 °).

Аналогично производится подготовка ремонтируемых участков при исправлении швов с недопустимыми порами, шлаковыми включениями и несплавлениями.

Сварка, подготовленная для ремонта поврежденной детали, должна, как правило, производиться тем же методом сварки шва. Короткие, поврежденные участки могут быть устранены путем обрезки по длине или легким срезанием шва, допускается исправлять ручной дуговой сваркой электродами диаметром 3-4 мм. При заварке дефектов должна быть обеспечена твердость металла не

выше 400 НУ, для чего может потребоваться предварительный подогрев исправляемого участка.

Подрезы глубиной не более 0,5 мм при толщине проката до 20 мм и не более 1 мм при толщине проката свыше 20 мм, а также местные подрезы (длиной до 20 % длины шва) разрешается исправлять зачисткой без последующей заварки.

Исправленные участки швов должны быть подвергнуты повторному контролю.

Результаты приемочного контроля должны быть оформлены в виде протоколов.

Остаточные деформации конструкций, возникшие после сварки должны быть исправлены. Исправление осуществляется способами механического, термического или термомеханического воздействия. В процессе правки должно быть исключено образование вмятин, забоин и других повреждений на поверхности стального проката.

Деталям и элементам, подлежащим сварке, следует по возможности придавать предварительное обратное смещение или обратную деформацию, компенсирующие перемещения и деформации от сварки.

2.3 Методы проектирования

Проектирование - это деятельность, целью которой является поиск новых решений, разработанных в виде набора документов. Процесс поиска - это последовательность взаимосвязанных действий и процедур, которая, в свою очередь, предполагает использование определенного метода.

В зависимости от необходимой поставленной задачи в процессе проектирования следует применять различные знания. Данные знания, чаще всего в данной ситуации подразумевают под собой применение разработанных методов. Понятие метод включает в себя следующее понятие.

Метод – это некоторое средство для определения и достижения желаемого результата продукции или технологии. Выбор метода зависит от различных факторов. К таким факторам можно отнести:

- тип решаемой задачи;
- индивидуальные особенности человека;
- условия труда.

В случае с разработкой сварочного производства, так же применяются некоторые методы. Технологический процесс, проектирование, внедрение и реализации сварочного цеха и конкретного оборудования определяются методологией. В настоящее время существует ряд разнообразных методов, предназначенных для решения сложных задач в производстве. Существуют типы систем, разрабатываемой в процессе проектирования сварки. С самого начала разрабатывается письменное описание, что непосредственно относится к подробным чертежам и прототипам цехового оборудования или цеховых конструкций. Этот процесс сопровождается решением независимых взаимозависимых задач и использованием конкретных моделей. В зависимости от объёма и вида сведений, о решаемой задаче методы можно подразделяют на эвристические, экспериментальные, формализованные.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является создание технологии и проектирования участка для изготовления рештака.

Задачей данного дипломного проекта является изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

А так же созданы мероприятия, которые позволяют добиться экономического и эргономического эффекта, а именно сокращение производственных затрат. Данные мероприятия позволяют создавать наиболее современного по техническому уровню сборочно-сварочного участка, что в свою очередь позволяет уменьшить себестоимость производимой на нем продукции, таким образом повышая рентабельность производства, а так же скорейшие сроки окупаемости данного участка.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Рештак – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литых деталей изготовленная из следующих марок стали: 10ХСНД, 09Г2С, 14ХГ2САФД и Сталь 35Л.

Химический состав механические свойства стали 10ХСНД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10ХСНД (ГОСТ 19281-89) в % [8]

С	Р	S	As	N	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
Не более									
0,12	0,035	0,040	0,08	0,012	0,8-1,1	0,5-0,8	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [8]

σ_T , МПа	σ_B	δ , %	КСУ ₄₀ МДж/м ²
390	530-685	19	39

10ХСНД – низколегированные стали хорошо свариваются всеми методами сварки. Назначение стали в изготовлении металлоконструкций и различных сварных изделий, которые требуют устойчивости к массе, прочности и коррозии при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 450 °С [8].

Химический состав механические свойства стали 09Г2С приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 09Г2С в % [8]

Si	Mn	C	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
0,5-0,8	1,3-1,7	Не более							
		0,12	0,3	0,3	0,3	0,035	0,04	0,08	0,008

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 09Г2С [8]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
345	490	21	-	-

09Г2С – это вид стали относится к низколегированной. Она хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к хрупкости. Данный вид стали предназначена для изготовления различных деталей и элементов сварочных металлоконструкций, работающих при температуре от минус 70 °С до плюс 425 °С под давлением [8].

Сталь 14ХГ2САФД является легированной. Применяется для производства платформ, конструкций крепей шахт. Эта сталь относится ко второй группе сварных швов и обладает достаточной сварочной способностью. Эти сталь для сварных швов должна быть нагрета перед сваркой, а затем подвергнута термообработке. Ограничение свариваемости только при минимальной температуры окружающей среды.

Химический состав механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.5 и 3.6

Таблица 3.5 – Химический состав стали 14ХГ2САФД в % [8]

C	Mn	Si	Cu	Cr	N	Ni	V	P	S
0,08-0,14	0,11-0,17	1,2-1,6	0,9	<0,05	0,9	<0,8	0,2	Не более	
								0,035	0,04

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [8]

σ_T , МПа	σ_B	δ , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
390	530	19	0,5

Химический состав механические свойства стали 35Л приведены в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав стали 35Л в % [8]

C	Si	Mn	P	S
0,32–0,4	0,20–0,52	0,45–0,9	Не более	
			0,05	0,05

Таблица 3.8 – Механические свойства стали 35Л [8]

σ_T , МПа	σ_B	δ , %	ψ , %	KCU ₄₀ кДж/м ²
275	491	15	25	34

Сталь 35 Л используется для многих деталей, например таких как корпуса, обоймы машин ,кронштейны. Таким образом, данная сталь хорошо подходит для деталей, на которые осуществляется средняя нагрузка.

Основным критерием выбора стали является свариваемость. При определении концепции сварки металлов необходимо учитывать физическую природу процесса сварки и их взаимосвязь с металлом. Процесс сварки представляет собой совокупность нескольких процессов, которые происходят одновременно, основными из которых являются: термические процессы на металле в зоне термического влияния, плавление, металлургические процессы и кристаллизация металла в зоне сплава. Следовательно, необходимо понимать взаимосвязь между этими основными процессами металлов при сварке. Свариваемость стали рассматривается с технологической и физической точек зрения [9].

Тепловое воздействие металла на околошовные участки и процесс плавления определяется методом сварки и его режимом. В определенных

способах и режимах сварки соотношение металлов считается технологической способностью сварки. Способность физически сваривать определяется процессом, который происходит в зоне плавления металла шва, в результате чего получается цельный шов.

Способность к физическому сварному шву определяется свойствами соединяемого металла и способностью вступать в необходимые физико-химические взаимодействия между ними. Все виды металлов способны к физической сварке.

Такие характеристики сварки включают в себя высокие температуры нагрева, небольшой размер сварочной ванны, специфику атмосферы сварочной ванны, форму и конструкцию сварных деталей и так далее. - в некоторых случаях приводят к непреднамеренным последствиям как:

- резкие различия между химическим составом, механическими свойствами и структурой металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- структура и свойства основного металла изменяются в зоне термического влияния;
- значительное напряжение на сварной конструкции иногда способствует образованию трещин;
- трудно удалять оксиды, которые возникают во время сварки и мешают процессу, загрязняют металл шва и снижают его качество;
- образование пористых и газообразных покрытий на металле шва, нарушение плотности и прочности сварных соединений и т. д..

Значительное окисление компонентов сплава наблюдается различными методами сварки. Процесс сжигает сталь, углерод, кремний, марганец и окисляет железо. В связи с этим определение технологии сварки включает следующее:

- необходимо определить химический состав, структуру и свойства металла шва при выборе определенного метода сварки;
- оценить структуру и механические свойств околошовной зоны;

- оценить склонности стали к образованию трещин, и прочих физико-химических свойств;
- оценить получаемые при сварке оксидов металлов и плотности сварного соединения.

Технологии свариваемости шва - это определённые методы, которые можно разделить на две группы. Первая группа - прямые методы определения способности сваривать тот или иной тип сварочного образца; Вторая группа - косвенные методы, характер воздействия металла имитирует влияние процесса сварки, когда процесс сварки заменяется другими процессами. Первая группа дает прямые ответы на такие вопросы, как предпочтительный конкретный метод сварки, проблемы, возникающие в процессе сварки, и оптимальная процедура сварки. Вторая группа методов, которые имитируют процесс сварки, не дают прямого ответа на все вопросы, связанные с практической реализацией сварки металлов, и должны включаться только в предварительные лабораторные испытания.

Классификация по свариваемости стали можно разделить на четыре основные группы:

- I группа – хорошо сваривающиеся стали;
- II группа – средне сваривающиеся стали;
- III группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- IV группа – плохо сваривающиеся стали.

Основными характеристиками, определяющими качество стальных сварных швов, являются их склонность к растрескиванию и механические свойства сварного соединения.

Для определения трещиностойкости металла эквивалентное количество углерода определяется по формуле Сефериана [10]:

$$C_{\text{экв}} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14), \quad (3.1)$$

где символ химического элемента означает максимум в составе в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ превышает 0,45%, он используется для того, чтобы противостоять эффектам растрескивания, обесцвечивания и отбеливания, а в некоторых случаях и последующей термической обработке металла шва.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + (0,5/6) + (0,8/24) + (0,5/10) + (0,6/5) = 0,29 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

$$C_{\text{экв}} = 0,09 + (1,3/6) + (0,12/24) = 0,31 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,14 + (0,05/5) + (0,17/6) + (1,2/24) + (0,2/14) = 0,53 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35Л:

$$C_{\text{экв}} = 0,32 + (0,45/6) + (0,2/24) = 0,40 \text{ \%}.$$

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ19281-73 [11]. Сталь 09Г2С – углеродистая ГОСТ 1050-74 [11]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [11]. Ограничения свариваемости только при минимальной температуры окружающей среды (минус 10 ° С). Этому способствует быстрое охлаждение слоя. Кроме того, металл иногда плавится с небольшим количеством марганца и кремния в сварочной проволоке. Сталь 35Л является углеродистой ГОСТ 1050-74 [11]. Эти стали относятся ко второй группе свариваемости и обладают удовлетворительной свариваемостью. Сталь 14ХГ2САФД относится ко второй группе свариваемости и обладают средней, удовлетворительной свариваемостью. А значит сварка этих сталей должна выполняться с подогревом до сварки и последующей термообработкой.

Таким образом все виды стали применяются в зависимости от их химических и физических свойств для конкретных сварных изделий.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

При разработке технологии метод сварки следует выбирать как из стандартных, так и специальных методов сварки, чтобы разработанная технология была самой современной, эффективной и перспективной.

Если при отборе предполагается использовать несколько методов, окончательный выбор будет основан на экономической эффективности.

Так например, для сталей 09Г2С, 10ХСНД, 14ХГ2САФД и 35Л предпочтительны следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в $\text{Ar}+\text{CO}_2$ электродной проволокой диаметром 0,8...1,6 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [11].

Выбираем сварку релтака плавящимся электродом в среде защитных газов Ar и CO_2 (Ar – 80%, CO_2 – 20%).

Так как существует ряд преимуществ этого способа:

- высокие механические свойства сварных соединений;
- менее подвержен горячему растрескиванию;
- низкие затраты на сварку;
- приводит к струйному переходу из крупных капель металла в дугу, что улучшает качество металлического сплава, снижает его, повышает эффективность сварки и получается более плотный непористый слой.
- высокая производительность.

3.1.3 Выбор вспомогательных материалов

Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку [12] Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра.

Химический состав проволоки Св-08Г2С-О представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О [12]

С, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, не>%	S, не>%	P, не>%
0,05-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,2	0,25	0,025	0,03

Свойства металла шва $\sigma_b = 510$ МПа; $\delta = 24$ % [12].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргонном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

Двуокись углерода бесцветна, нетоксична и тяжелее воздуха. Растворима в воде. Жидкий диоксид углерода представляет собой бесцветную жидкость, плотность которой сильно зависит от температуры. В результате он поставляется по массе, а не по объему. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Состав CO₂, в % [11]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °C (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157-79. Состав приведён в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Состав Ar, в % [11]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

3.2 Расчет технологических режимов

Рассчитаем нахлесточное соединение Н1-Δ18 которое показано на рисунке 1.1:

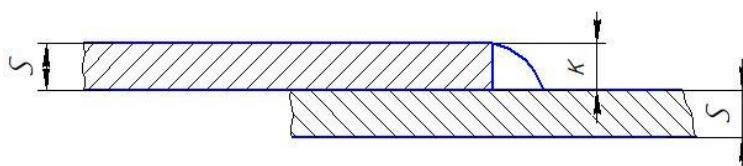


Рисунок 1.1 Нахлесточное соединение Н1-Δ18

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле [14]:

$$d_{\text{эп}} = K_d \cdot F_{\text{н}}^{0,625} \quad (3.2)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{\text{нк}}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{\text{нз}}=40 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла.

Определим общее количество проходов [14]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{но}} - F_{\text{нк}}}{F_{\text{нз}}} + 1 = \frac{217 - 20}{40} + 1 = 5,9. \quad (3.3)$$

Примем $n_{\text{пр}} = 6$.

Уточним площадь $F_{НЗ}$ с учетом количества проходов:

$$F'_{НЗ} = \frac{F_{НО} - F_{НК}}{n_{НО} - n_{НК}} = \frac{217 - 20}{6 - 1} = 39,4 \text{ мм}^2, \quad (3.4)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{ЭПК}$ и заполняющих $d_{ЭПЗ}$, при сварке $K_d = 0,149 \dots 0,409$:

$$d_{ЭПК} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{НК}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$d_{ЭПЗ} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{НЗ}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 39,4^{0,625} = 1,48 \dots 4,1 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

$d_{ЭПК} = 1,2 \text{ мм}$. и $d_{ЭПЗ} = 1,2 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего проходов [14]:

$$V_{СК} = \frac{8,9 \cdot d_{ЭПК}^2 + 50,6 \cdot d_{ЭПК}^{1,5}}{F_{НК}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{20} = 6,26 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.7)$$

$$V_{СЗ} = \frac{8,9 \cdot d_{ЭПЗ}^2 + 50,6 \cdot d_{ЭПЗ}^{1,5}}{F'_{НЗ}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{39,4} = 3,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.8)$$

$$\text{Принимаем } V_{СК} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad V_{СЗ} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [14]:

$$V_{ЭПК} = \frac{4 \cdot V_{СК} \cdot F_{НК}}{\pi \cdot d_{ЭПК}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 2}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 66,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 239 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.9)$$

$$V_{ЭПЗ} = \frac{4 \cdot V_{СЗ} \cdot F_{НЗ}}{\pi \cdot d_{ЭПЗ}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 39,4}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 65,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 235 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.10)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [14]:

$$\begin{aligned} I_{СК}^{0(+)} &= d_{ЭПК} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{ЭПК} \cdot V_{ЭПК} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 66,3 + 145150} - 382 \right) = 264 \text{ А}, \end{aligned} \quad (3.11)$$

$$I_{сз}^{0(+)} = d_{\text{ЭПЗ}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) =$$

$$= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 65,3 + 145150} - 382 \right) = 260 \text{ А.} \quad (3.12)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_c \leq 510 \text{ А}$. При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{\text{см}}$, $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$. С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{\text{ск}} = 264 \cdot 1,12 = 295 \text{ А.}$$

$$I_{сз} = 260 \cdot 1,1 = 286 \text{ А.}$$

Принимаем $I_c = 280\text{-}300 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [14]:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c, \quad (3.13)$$

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \cdot 280 = 28 \text{ В,}$$

$$U_{сз} = 14 + 0,05 \cdot 300 = 29 \text{ В.}$$

Расход защитного газа $\text{Ar} + \text{CO}_2$ для соответствующих проходов [14]:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75}, \quad (3.14)$$

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 280^{0,75} = 0,209 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 300^{0,75} = 0,216 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$



Полученные результаты сведем в таблицу 3.14:

Таблица 3.14 – Режимы сварки в $\text{Ar} + \text{CO}_2$

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U, В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход $\text{Ar} + \text{CO}_2$, л/мин.	$n_{\text{пр}}$
18	1,2	280-300	28-29	3-6	12-13	6

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.15.

Таблица 3.15 Режимы сварки в $Ar + CO_2$ [11]

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	I_b , мм	Расход газа, л/мин	N
1	H1 - 	1.2	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	6
2	H1 - 	1.2	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	6
3	Нест.	1.2	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	2
4	Нест.	1.2	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	10
5	Нест.	1.2	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	4
6	Нест.	1.2	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	1
7	Нест.	1.2	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	3

3.3 Выбор основного оборудования

В настоящее время в сварочном производстве ведущее значение имеет снижение себестоимости изделия и увеличение производительности труда. Это гарантирует качественно лучшее применение рабочей силы в производственном процессе и повышает конкурентоспособность изделия на потребительском рынке, и это важнейшая задача в современной экономической политике России. [13]

Выбираем сварочный аппарат для механизированной сварки в среде защитного газа плавящимся электродом. Для рассчитанных режимов нужен аппарат, обеспечивающий ток сварки $I_c = 280-300$ А, напряжение сварки $U = 28-29$ В. Согласно требуемым условиям выбираем инверторный сварочный полуавтомат ПДГ-351 СЭЛМА [15]. Технические характеристики сварочного полуавтомата ПДГ-351 СЭЛМА показаны в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата ПДГ-351 СЭЛМА

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, 50 Гц, В	3х380
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ-70%)	315
Диапазон регулирования сварочного тока, А	40-380
Номинальное рабочее напряжение, В	30
Потребляемая мощность, кВА	17,0
Род сварочного тока	постоянный
Число ступеней рабочего напряжения	20
Охлаждение	принудительное
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8-1,6
Скорость подачи проволоки, м/час	70-960
Пределы регулирования времени позиции цикла «Сварка» в режиме «Электрозаклепки», с	0,2-20
Пределы регулирования времени позиции цикла «Пауза» в режиме «Электрозаклепки», с	0,5-2,0
Пределы регулирования времени задержки отключения выпрямителя (вылет проволоки), с	0,1-0,5
Пределы регулирования времени увеличения скорости подачи электродной проволоки от минимального до установленного значения (мягкий старт), с	0,5-4,0
Количество роликов механизма подачи проволоки, шт.	4
Масса проволоки на кассете, кг, не более	15
Напряжение холостого хода, В, не более	38
Габаритные размеры ДхШхВ, мм	850х450х905
Масса, кг	114

Сварочный полуавтомат ПДГ-351 СЭЛМА (однокорпусной с встроенным механизмом подачи) предназначен для дуговой сварки металлических конструкций из таких сталей как низкоуглеродистые и низколегированные с проволокой типа Св-08Г2С-О в среде CO_2 , его смесях и в среде аргона. Сварка осуществляется постоянным током обратной полярности.

Область применения полуавтомата: серийное производство металлоконструкций, металлической мебели, ремонт спецтехники и транспорта [15].

Достоинства:

- плавная регулировка, а также стабилизация скорости подачи проволоки;
- ступенчатое регулирование сварочного напряжения (20 ступеней);
- две ступени индуктивности;
- два режима работы: сварка в 2-х тактном режиме (стандартный режим), сварка точками;
- регулировка времени сварки точками;
- защита от тепловой перегрузки;
- площадка под рабочий инструмент сварщика и ЗИП;
- быстроразъемные, безопасные токовые разъемы;
- принудительное охлаждение-вентилятор;
- тележка на поворотных колёсах с площадкой под баллон.

3.4 Выбор оснастки

Технологическая оснастка представляет собой совокупность приспособлений для установки а также закрепления заготовок и инструмента, выполнения различных сборочных операций, деталей либо

изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий. [16]

При изготовлении рештака применяются: приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.0000001.180.00.000 СБ (в приспособлении используются пневмоприжимы, упоры и винтовые прижимы для фиксации свариваемых деталей), кантователь, приспособление сварочное, линейка 300 ГОСТ 427-75, угольник УП-1, набор щупов, горелка ГЭУ-4, слесарный инструмент.

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

Производственный процесс изготовления рештака состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной. [17]

Заготовительную операцию следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку, поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

Сборка должна обеспечить точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними.

С учетом принятого способа сварки, максимальные сборочные зазоры для разных узлов, составляют 0-1 мм.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документации и техническими условиями на сварку.

Качество сварного изделия зависит от целого ряда факторов: правильности выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других. [17]

Слесарная операция необходима для зачистки сварочного изделия от брызг расплавленного металла, правки изделия, если это необходимо.

Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей, сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта.

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Несомненно управление качеством сборки должно предусматривать контроль различных факторов, влияющих на изделие и в целом на весь заказ. От этого зависит качество продукции и репутация предприятия. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные.

Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т. п.

Технологический процесс по сборке и сварки рештака конвейера начинается непосредственно с подбора необходимых деталей, которые должны входить в сборочную единицу. Данные можно посмотреть в комплектовочной карте.

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Обеспечение высокого качества сварки является одним из важнейших вопросов в сварочной отрасли.

Качество сварных соединений во многом определяет надежность и стоимость использования конструкции.

Дефекты сварного соединения - установленные свойства, непрерывность шва, форма, характеристики зоны термического влияния, непрерывность и т. д. могут привести к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия. Как отмечалось ранее качество сварочных работ играют большую роль, и эта одна из главных проблем данной области, для минимизации такого рода проблем, следует не допускать дефекты при сварке. Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

К дефектам формы и размеров шва относят следующие недостатки:

- подрезы шва;
- несимметричность шва;
- боковые выплески металла;
- прожоги.
- бугристость шва;
- наплывы;
- неравномерность шва;

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- несплавления;
- трещины;
- поры;
- включения шлака;
- свищи;
- кратеры.

По мимо того все виды дефектов могут быть как допустимыми так и недопустимыми. Определение допустимости и размер допустимых дефектов обычно указывается в разработанных технических условиях или же стандартах.

При изготовлении рештака на участке применяется визуальный и измерительный контроль и капиллярный контроль сварных швов.

Для ВИК применяются: лупа 4-7^x, штангенциркуль ШЦ - П - 250 , шаблон-катетометр, угломер, [18]

Для капиллярного контроля: комплект дефектоскопических материалов Helling, комплект СО для ПВК, люксметр, часы, лоскут безворсовый (бязевый), фен промышленный, термометр.

При проведении сварочных работ необходимо оценивать качество производимых швов. Даже когда конструкция уже почти готова, необходимо повторно проверить все ранее сваренные швы. Поэтому применяется визуальный и измерительный контроль сварных соединений. Его параметры определяет ГОСТ 23479-79.

Визуальный и измерительный контроль – самая практичная разновидность методов неразрушающего контроля. Хотя бы потому, что он не требует специального оборудования, предполагает лишь использование простых и недорогих инструментов. При этом он в подавляющем большинстве случаев оказывается достаточно информативным и позволяет выявить самые разнообразные дефекты.

Несмотря на всю простоту метода, реализовать его должен квалифицированный специалист, имеющий соответствующее образование [18]. Так же стоит рассмотреть контроль сварочных работ, как и кем он осуществляется.

К одним из распространенных видов контроля относят операционный контроль. Данный контроль чаще всего проводится мастерами по сварке или мастером службы технического контроля. Этот этап в производстве нельзя недооценить, так как от качества изделия зависит его практическая

значимость, а так же уровень качества всей продукции на предприятии и ее конкурентные преимущества. Проверка осуществляется в несколько этапов.

Первый этап - подготовительный. На данном этапе проверяются такие данные как, наличие допуска у сварщика к выполнению определенного вида сварки, в некоторых случаях так же берут во внимание разряд сварщика. Далее проверяют качество сборки или наличие маркировки на собранных элементах, состояние кромок, прилегающих поверхностей. Важным пунктом является проверка всех технических документов, состояние сварочного оборудования, температура подогрева и др.

Второй этап контроля осуществляется непосредственно в процессе сварки, а именно:

- проверке подвергается режим сварки;
- существующая последовательность наложения сварных швов;
- необходимые размеры слоев шва
- требования, предписанные ПТД сварки.

В некоторых случаях так же проверяется клемо сварщика на сварных изделиях, если такое предусмотрено производителем.

Что касемо качества соединений стальных конструкций контроль к ним осуществляется на основании требований СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

Размеры сварных швов должны контролироваться в обязательном порядке, а размер обнаруженных дефектов должен определяться с помощью измерительного прибора с точностью измерения $\pm 0,1$ мм или специальным шаблоном для проверки размеров шва. Для внешнего обследования рекомендуется использовать лупу, позволяющую увеличить в 5-10 раз.

Не допускаются различного вида трещины, при осмотре и выявлении трещин, они должны быть устранены. Для выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно прожны быть устранены. Для качества проверки рекомендуется участок разбивать по 100 мм, таким образом осуществляя тщательный контроль.

Внешний контроль является простым, несложным, но он имеет ряд недостатков. К таким недостаткам относятся субъективная оценка проверяющего, оценка только внешней части шва, дефекты могут быть обнаружены только крупные, мелкие дефекты попросту могут быть не выявлены.

Перед испытанием смежные поверхности сварного шва и основного металла с обеих сторон должны быть очищены от шлака, брызг закаленного металла, окалины и других загрязнений. Далее все швы необходимо осмотреть. При необходимости можно применить лупу. Чаще всего такие лупы дают увеличение до 10 раз. Это необходимо существует если швы плохо просматриваются невооруженным глазом.

Так же может сказаться и качество освещения, если освещенность помещения недостаточна, то необходимо применить фонарь или переносную лампочку для проведения осмотра.

Результаты внешнего осмотра позволяют предположительно судить о местах расположения внутренних дефектов и их характере. Для проверки размеров сечения у стыковых швов замеряют их ширину, высоту усиления и размер обратной подварки; в угловых швах, соединениях внахлестку и втавр,— катет шва. Значения этих величин, а также допускаемые отклонения устанавливаются техническими условиями или ГОСТами.

Капиллярные методы выявляют поверхностные и сквозные микродефекты, недоступные для визуального контроля. Можно определить, как расположен дефект в плане его ориентации к поверхности сварного шва, можно определить размеры изъянов. Капиллярный метод контроля используется при сварке любых металлов (черных и цветных), пластмасс, стекла, керамики и так далее.

Мероприятия по выявлению повреждений методом капиллярного контроля регулируются ГОСТ 18442-80 и предполагают поэтапное выполнение: Подготовка объекта заключается в тщательном очищении его поверхности от любых загрязнений, включая окалину, ржавчину и масла.

Выбор способа очищения зависит от происхождения загрязнений и может быть механическим, растворяющим, паровым или химическим. Неорганические вещества удаляют посредством механической чистки, органические - специальными очистителями. После обработки исследуемая поверхность тщательно просушивается. Промежуточное очищение требуется для удаления излишков пенетрантов водой или специальными составами, нанесенными на салфетку из гигроскопических материалов. Делают это аккуратно, удаляя вещества не из трещин, а только с исследуемой поверхности, которую после обработки просушивают естественным путём. [18]

Процесс нанесения проявителя может быть выполнен методом распыления, кистевым, погружения или обливным. Чтобы излишки проявителя не испортили индикаторные следы, его равномерно наносят 2-3 тонкими слоями. Попадая в несплошности проявитель, увеличивается и «выталкивает» краситель на поверхность.

При строгом соблюдении технологии ширина контрастного рисунка настолько превышает ширину раскрытия повреждения, что позволяет обнаружить микротрещины без применения оптических приборов.

К этапу контроля приступают после полного высыхания проявителя, когда на белом фоне выделяются дефекты контрастного (чаще всего красного) цвета. Цветовая насыщенность отражает глубину и ширину раскрытия трещин, течи и прочих деформаций. Чем она интенсивнее, тем глубже повреждение и наоборот. Несплавления в сварных швах проявляются цветными линиями, а поры - скоплениями разрозненных точек.

Метод течеискания контролирует сквозные повреждения. Его особенность заключается в нанесении проникающего вещества и проявителя, как на внешние, так и внутренние поверхности исследуемой конструкции. К реализации мероприятий капиллярного контроля допускаются специалисты со здоровым зрением без признаков дальтонизма, которые прошли специальное обучение, подкрепленное соответствующим удостоверением.

Результаты визуального или оптического осмотра, допускающего применение луп и очков с увеличительными линзами, анализируются и протоколируются. По завершению контрольных мероприятий объект очищается водой или растворителем, обдувкой песком или другим абразивом.

3.7 Разработка технической документации

Основным требованием любого набора технологий, выполняемых на отдельном рабочем месте, является их оптимальная последовательность с использованием необходимых инструментов и оборудования.

В то же время должны быть соблюдены соответствующие требования к чертежам, должна быть обеспечена точность монтажа, кратчайшее время сборки и сварки деталей, максимальное удобство условий труда и безопасность работы. Соответствующее монтажное оборудование, подъемное оборудование и механизация процесса сборки будут использоваться для удовлетворения этих требований. [19].

Разработка технологических процессов включает:

- разбиение изделия на сборочные единицы;
- установка последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций, учитывая рациональность;
- выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате получены следующие результаты.

- минимальная трудоемкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимально необходимое количество работников;
- рациональное использование промышленных транспортных средств;
- минимальное энергопотребление.

Все данные должны быть документально зафиксированны. Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Далее после заполнения эти формы документируют разработку технологического процесса, который включает в себя:

- название продукта и марка;
- наименование и описание (номер) сборочной единицы;
- количество единиц сборки товара;
- список сборочных единиц продукции;
- название мастерской;
- указать, откуда будут поставляться сборочные и сварочные детали и куда отправлять готовую сборочную деталь;
- согласованный список всех видов деятельности;
- информация о каждом переходе (крепеж, сварочное оборудование, рабочие и измерительные приборы);
- информация о принятых методах и процедурах сварки;
- информация о количестве работников, их профессиях и специализациях;
- трудовые нормы, стоимость основных и вспомогательных материалов [19].

Выбор схемы сборки-сварки изделия.

Ниже представлены 3 схемы сборки-сварки рештака.

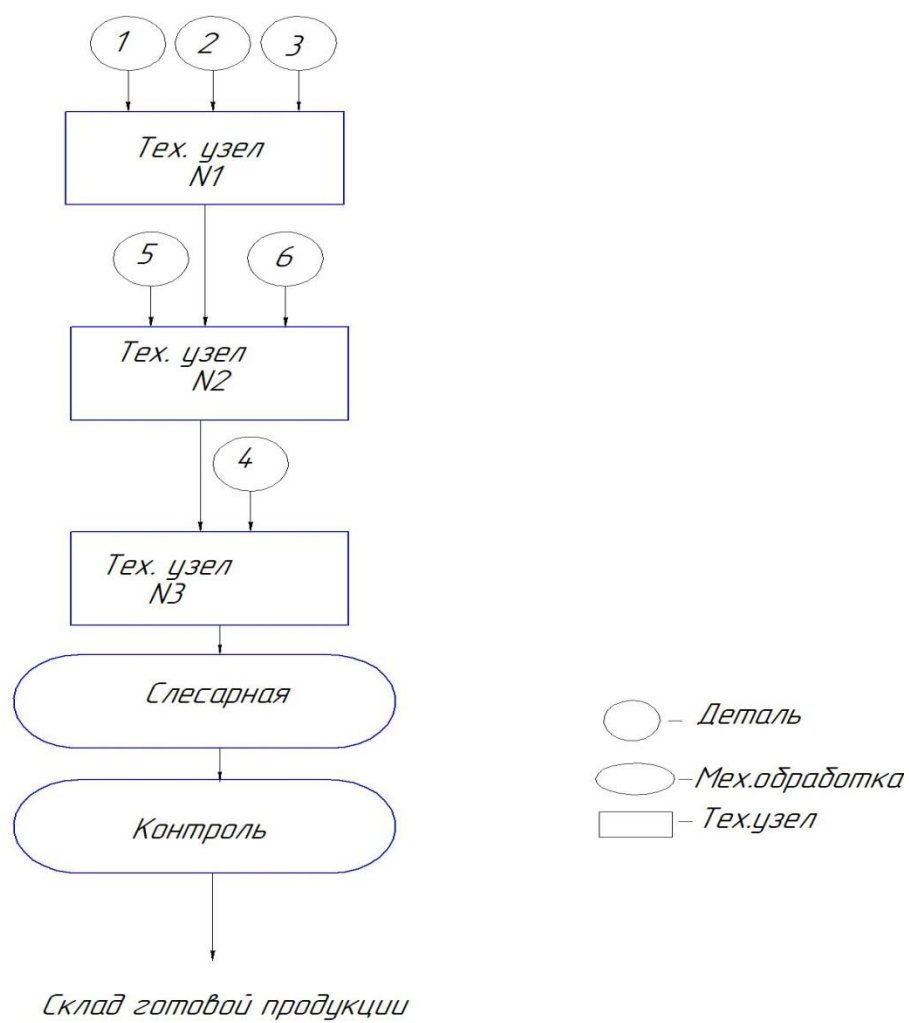


Рисунок 1 Технологическая схема 1

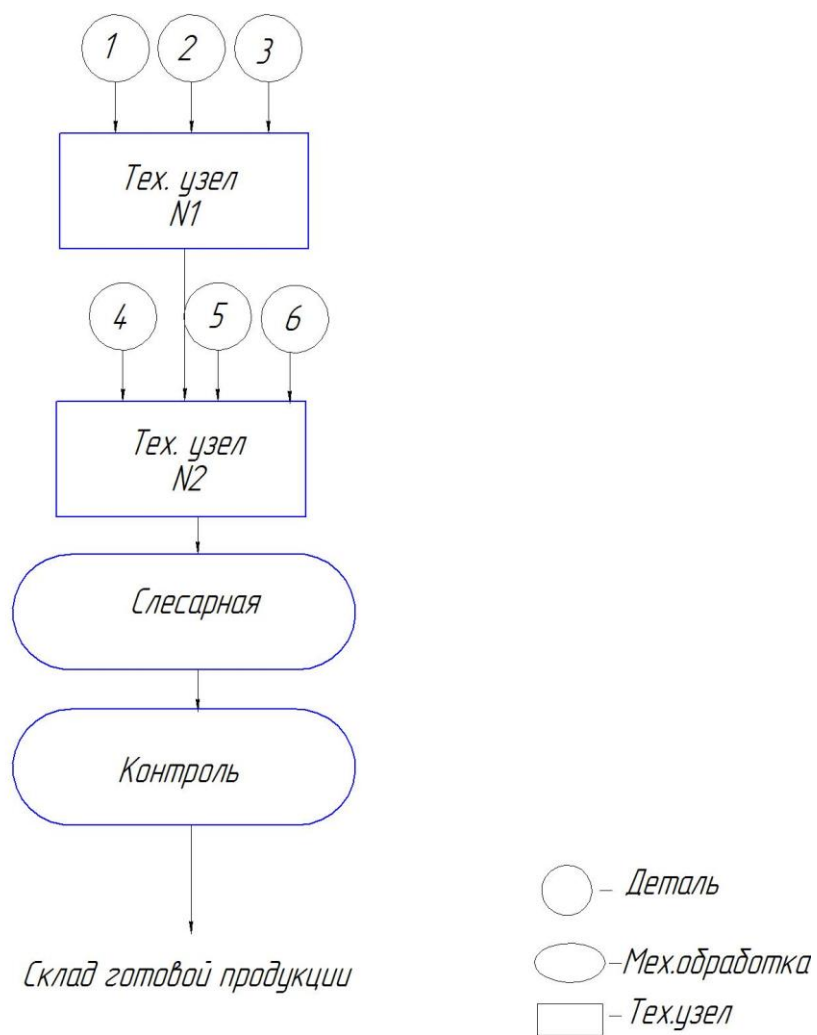


Рисунок 2 Технологическая схема 2

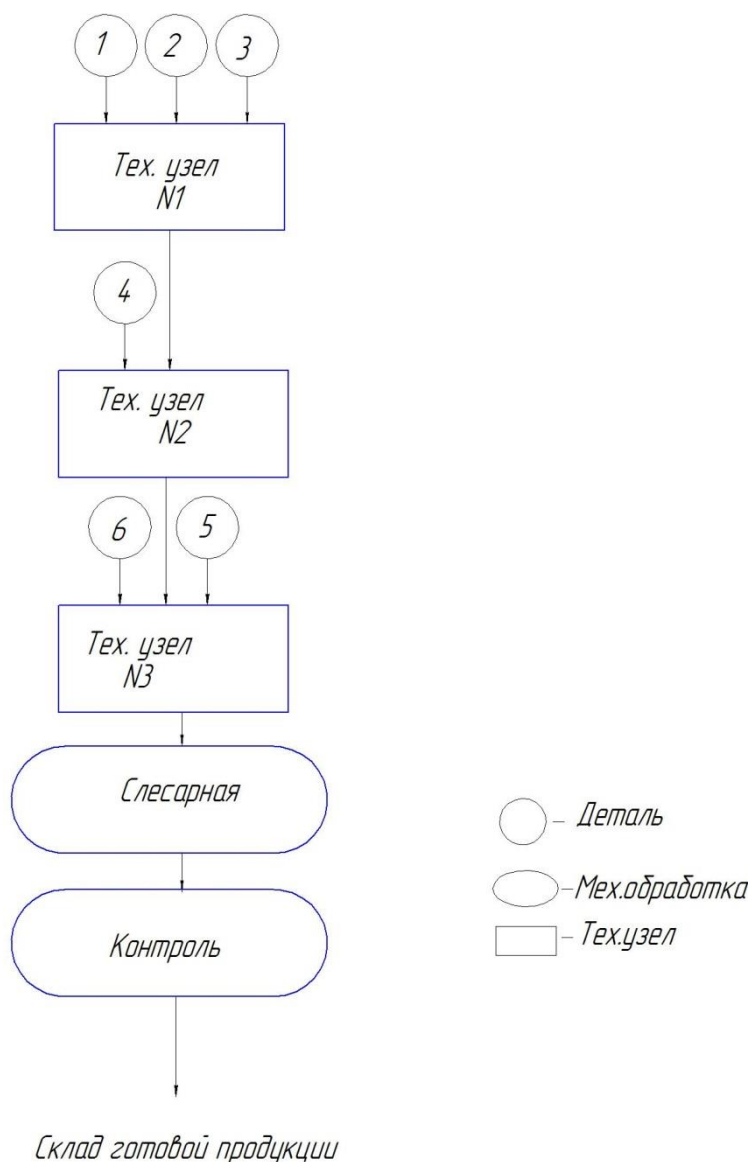


Рисунок 3 Технологическая схема 3

Выбираем схему 3 как более рациональную.

Изготовление рештака начинается со сборки и сварки основных составляющих на приспособлении сборочно-сварочном (операции 010 - 025), на приспособление выполняется частичная сварка. Устанавливаются боковины, поз. 1 и поз. 2, днище среднее поз. 3, зажимаются пневмоприжимами, прихватываются и свариваются. После этого производится отпуск каждого шва. Далее устанавливается днище нижнее

поз. 4 прихватывается и сваривается с наружной стороны (операция 030) . Затем изделие для проверки стыкуется на роликовом стенде с другими рештаками (операции - 035). После этого рештак помещается на сварочное приспособление с кантователем где провариваются швы боковины, поз. 1 и поз. 2, днище поз. 3, проваривается днище нижнее с внутренней стороны, устанавливаются пластики поз. 5 и поз. 6. и свариваются (операции 040-060). Затем производятся слесарная обработка и контроль изделия (операции 065-070).

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно – технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [15]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{в.и}. \quad (3.1)$$

где, $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

L – длинна сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.2)$$

где, T_o – основное время сварки;

$t_{\text{в.ш}}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n. \quad (3.3)$$

Время сварки для шва №4 нестандартный с толщиной стенки 30 мм:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{38,8 \cdot 7,85 \cdot 60}{300 \cdot 15} \cdot 9 = 38,8 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса детали поз. 1 $m_1=270$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_1= 1,9$ мин.; масса детали поз. 2 $m_2=270$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_2=1,9$ мин.; масса детали поз. 3 $m_3=210$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3=1,9$ мин.

$$t_{\text{в.и}} = 1,9+1,9+1,9= 5,7 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 020

Предварительный подогрев $t_1= 8$ мин.; отпуск $t_2=26$ мин.

$$1) \quad t_{\text{в.и}} = 8+26=34 \text{ мин.},$$

$$2) \quad T_{\text{н.ш-к}} = (38,8+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 50,2 \text{ мин.},$$

$$T_{\text{ш}} = 50,2 \cdot 2,98 + 34 = 183,65 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления рештака

№ опер.	Наименование операции	Т _{шт} , мин.
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	5,7
020	Сварочная	183,65
025	Слесарно-сборочная	13,8
030	Сварочная	124,37
035	Слесарно-сборочная	31,4
040	Слесарная	5,2
045	Сварочная	104,37
050	Слесарная	0,56
055	Сварочная	5,2
060	Сварочная	159,47
065	Слесарная	47,7
070	Контроль	57
075	Мехобработка	-
Итого:		744,42

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \cdot k_o, \quad (3.18)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$;

$$m_M = 875 \cdot 1,3 = 1134,9 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в CO_2 :

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р. п.}} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{\text{НО}}, \quad (3.6)$$

где $K_{\text{р. п.}}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{\text{р. п.}} = 1,02 \dots 1,03$; принимаем $K_{\text{р. п.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{\text{н.о.}}$ – масса наплавленного металла;

$$M_{\text{ЭП}} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 22,45 = 25,43 \text{ кг}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле:

$$Q_{\text{з.г.}} = q_{\text{з.г.}} \cdot t_c, \quad (3.7)$$

где, $q_{\text{з.г.}}$ – расход защитного газа.

$$Q_{\text{з.г.}} = 15 \cdot 39,99 + 17 \cdot 359,88 = 6718 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [13]:

$$W_{\text{ТЭ}} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.23)$$

где U_c , I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{тэ} = W_{тэ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (3.24)$$

где $W_{тэ.}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт·ч;

$$W_{тэ} = \frac{28 \cdot 280 \cdot 0,666}{0,82} + \frac{30 \cdot 300 \cdot 5,998}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{6,664}{0,7} - 6,664 \right) = 72204 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{тэ} = 72204 \cdot 5,63 = 406,5 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Развитие технического прогресса несомненно затронуло такую отрасль как сварочная. Эффективность развития сварочного производства осуществляется путем полной механизации и автоматизации процесса. Под процессом подразумевается производственный процесс, который включает в себя элементы сварки.

Стоит отметить тот факт что сами сварочные работы, как таковые занимают 25-30 процентов от производственного процесса, в свою очередь как оставшиеся 70-75 отводятся на подготовку, сборку, транспортировку, то есть механические процессы вспомогательного характера.

Из этого следует, что роль механического оборудования в комплексе механизации или автоматизации сварочного производственного процесса имеют большую роль. [21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28].

Рассматриваемое изделие является приспособлением сборочно-сварочным. Из этого следует, что применяются процессы затрагивающие сборку и сварку данного оборудования. При изготовлении рештака используются приспособление, на котором используются пневмоприжимы, упоры, для фиксации свариваемой сборочной единицы.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В рассматриваемом приспособлении ФЮРА.000001.180.00.000 СБ используются пневмоприжимы для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными двумя размерами данных пневматических цилиндров будут являться внутренний диаметр цилиндра D и ход штока [26].

Рассчитаем (предлагаемый) пневмоцилиндр 80×100 СТП406-3428-75.

Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром $D = 80$ мм и длиной хода $L = 100$ мм.

Площадь штока пневмоцилиндра:

$$S_{\text{ш}} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \quad (4.1)$$

где d – диаметр штока, мм, $d = 25$ мм [17];

$$S_{\text{ш}} = \frac{3,14 \cdot (80^2 - 25^2)}{4} = 4533 \text{ мм}^2.$$

Площадь пневмоцилиндра:

$$S_{\text{пц}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (4.2)$$

$$S_{\text{пц}} = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пц}} - S_{\text{ш}} = 5024 - 4533 = 491 \text{ мм}^2.$$

Давление в пневмоцилиндре [26]:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (4.3)$$

где F – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс,

для предлагаемого $F = 278$ кгс [24];

$$P = \frac{278}{491} = 0,57 \text{ кгс/мм}^2 = 5,59 \text{ МПа}.$$

Скорость перемещения поршня цилиндра [29]:

$$v = \frac{L}{t}, \quad (4.4)$$

где L – длина хода, мм;

t – время срабатывания цилиндра, с, $t = 5$ с;

$$v = \frac{100}{5} = 50 \text{ мм/с}.$$

Расход сжатого воздуха [27]:

$$Q = S \cdot v, \quad (4.5)$$

$$Q = 491 \cdot 20 = 9820 \text{ мм}^3 / \text{с}.$$

4.3 Порядок работы приспособления

Приспособление представляет собой основание, на которой установлены стойки, пневмоприжимы и упоры. Сборка производится следующим образом. Боковины забойную и завальную устанавливают на приспособление на платике, закрепленные на основании. Лемех боковины забойной дополнительно опирается на подводную стойку позволяющую регулировать установку боковины в зависимости от толщины лемеха. Далее на подводные опоры устанавливают днище (среднее). Пневмоприжимами, боковины забойная и завальная сдвигают к днищу (среднему). Боковины по торцам дополнительно фиксируются фиксатором (по два с каждой стороны), который заводят в «ручьи» боковин. Фиксаторы позволяют выдерживать размеры: 690-2 и 686+2, являющиеся при сборке рештака основными. В данном приспособлении производится частичная сварка короба рештака.

Сжатие пневмоприжимов происходит, повернув рукоятку распределителя, а разжатие, отводя рукоятку распределителя в другое положение.

Сжатый воздух подводится по магистральному воздухопроводу.

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Запланированный производственный процесс и оптимальное размещение всех производственных элементов в пространстве, необходим для реализации деятельности сборочно-сварочного цеха, а это в первую очередь требует разработки чертежей и деталей плана цеха. Для этого необходимо сначала определить его состав. Отделы и помещения могут быть полностью укомплектованы, независимо от того, относятся ли они ко всем видам сварочного производства, сборочным или сварочным цехам. К ним относят: производственные: заготовительные, сборно-сварные, механические, и вспомогательные отделения. Включает в себя следующие отдельные отделы:

- склады по хранению металла;
- заготовительный участок;
- отдел по сборке и сварке конструкторских элементов, полуфабрикатов;
- отдел общей механизации и сварки;
- склад готовой продукции.

Как правило, зоны хранения металла делятся на секции для хранения металла по типу проката (толстый, тонкий, рулонный), по типу, получаемой с других заводов (литой, ковальной, штампованной).

В отдел заготовки входят производственные процессы такие, как: наметка металла, чистка, обработка, резка, очистка металла, а так же включают механическую и термическую резку листов и профильных изделий, сварку, гибку, прокатку, сверление или штамповку и ригели.

Для выполнения этих работ широко используются специальные машины, производственные и автоматические линии. При этом создаются отдельные детали по типу обрабатываемого металла (металлические детали

различной толщины, детали большой длины) и типам технологических процессов (термическая резка, механическая резка, прокатка, штамповка и т. Д.).

Склады могут быть как в составе сварочного цеха, так и отдельно-стоящее здание.

В сборочно-сварочных отделах рабочие места оснащены специальным или универсальным подъемным оборудованием, рабочими площадками, площадками для размещения сборных сварных деталей, а также сборочным и сварочным оборудованием.

Большое количество рабочих мест требует хорошей организации внутрицеховых перевозок. В данном случае эффективен конвейер, который включает автоматическое направление изделия в соответствии с технологической картой.

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [18].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \cdot T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N=500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010-030 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{327,42}{60} = 2728,5 \text{ ч.}, \quad (5.3)$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 3960 - 5\% = 3762 \text{ ч.}, \quad (5.4)$$

$$n_r = \frac{2728,5}{3762} = 0,72, \quad (5.5)$$

округляем n_r в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_r}{n_p} = \frac{0,72}{1} = 0,72. \quad (5.6)$$

Расчет операции 035.

$$T_r = 500 \cdot \frac{30,1}{60} = 250,8 \text{ ч.}, \quad (5.7)$$

$$n_p = \frac{250,8}{3762} = 0,07,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,07}{1} = 0,07. \quad (5.8)$$

Так как операции 040-060 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{274,8}{60} = 2290 \text{ ч.}, \quad (5.9)$$

$$n_r = \frac{2290}{3762} = 0,60, \quad (5.10)$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_z = \frac{n_r}{n_p} = \frac{0,60}{1} = 0,60. \quad (5.11)$$

Так как операции 065-070 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{104,7}{60} = 872,5 \text{ ч.}, \quad (5.12)$$

$$n_r = \frac{872,5}{3762} = 0,23, \quad (5.13)$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_z = \frac{n_r}{n_p} = \frac{0,23}{1} = 0,23. \quad (5.14)$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 2728,5 + 250,8 + 2290 + 872,5 = 6141,8 \text{ ч.} \quad (5.15)$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.}, \quad (5.16)$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{яв} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{6141,8}{1976} = 3,10 \quad (5.17)$$

Примем число сварщиков равным $P_{яв} = 4$. В первую смену работает 2 человек, во вторую смену работает 2 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{спис} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{6141,8}{1734} = 3,54$$

Примем число сварщиков равным $P_{СП} = 4$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 2;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Выбор для размещения цеха в пространстве является сложной задачей. Необходимо предусмотреть рациональное размещение в соответствии со всеми основными элементами цеха. Как отмечалось ранее цех имеет в себе как производственные, так и вспомогательные отделения, которые должны быть тщательно разработаны посредством чертежа плана проектируемого цеха в целом и его отдельных участков. [30].

Независимый проектируемый сборочно-сварочный цех, организованный как часть предприятия, всегда является потребителем материалов и ресурсов, с одной стороны, а с другой стороны, он является цехом, который предоставляет готовую продукцию на склад.

Следовательно, между сборочно-сварочным цехом и другими заводскими цехами, конструкциями и оборудованием существует определенная производственная связь, которая необходима для нормализации производственного процесса данного продукта на заводе.

При планировании завода в целом и его отдельных цехов необходимо принимать во внимание производственную связь между отдельными цехами

и подразделениями, стремиться к прямопоточности, без возврата материалов и изделий.

5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха, всех отделов и подразделений, а также вспомогательные, административные и офисные помещения должны максимально соответствовать конкретным требованиям процесса, который должен быть выполнен в каждом из этих отделов. В частности выбор размещения цеха, где проводятся сварные работы.

Эти требования обычно определяются индивидуальными характеристиками сварной конструкции и соответствующим выбором методов их изготовления; особенности типа производства и организационной формы его существования; степень производственной связи с другим производством главного отдела и подразделения цеха и производственного отдела.

Для проектируемого участка сборки и сварки рештака принимаем схему компоновки производственного процесса с продольно-поперечным направлением производственного потока. А направление производственного потока на таком участке должно совпадать с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется мостовым краном, а поперечное кран-балкой.

Площадь участка составляет 124 м²

Оборудование на участке: плита слесарная, приспособление сварочное ФЮРА.000001.180.00.000 СБ, приспособление сварочное с кантователем, плита сборочная, полуавтомат ПДГ-351 СЭЛМА (2шт.)

6 Финансовый менеджмент

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшим кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Разработка технологического процесса изготовления рештака допускает различные варианты решения.

Рештак - металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Рештак конвейера забойного скребкового

ПСНР-800 является сложной коробчатой сварной конструкцией. Рештак является одним из основных элементов перегружателя ПСНР-800. Рештаки расположены между секцией переходной и рамой концевой и соединяются между собой в «цепочку» посредством технологических пальцев и болтового соединения. К стенкам рештаков прикреплены борта кабелеукладчиков. Количество рештаков в перегружателе варьируется в зависимости от длины

лавы и определяется предложением заказчика.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [31]:

$$Z_{\Pi} = C + E_{\Pi} \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд;

E_{Π} – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K – капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление, на котором имеются пневмоприжимы.

Применим российское сварочное оборудование полуавтомат ПДГ-351 СЭЛМА.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рештака приведены в таблице 3.20.

Средний коэффициент загрузки оборудования 0,41 % опред. в пункте 5.2

6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [31]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n \Pi_{O_i} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (6.2)$$

где Π_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2020 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [15, 16]

Наименование оборудования	Π_o , руб
ПДГ-351 СЭЛМА 1 шт.	106200

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	K_{co} , руб.·год
ПДГ-351 СЭЛМА 2 шт.	87084

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [31]:

$$K_{пр} = \sum_{j=1}^m K_{прj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{пj}, \quad (6.3)$$

где $K_{прj}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{пj}$ – коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	$\Pi_{пр}$, руб	$C_{п}$, шт	$K_{пр}$, руб/ед.год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.180.00.000 СБ	348600	1	146063
Роликовый стенд	254000	1	16916
Приспособление с кантователем	315780	1	201468
Плита слесарная	94000	1	20210
ИТОГО			384657

6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [31]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \cdot h \cdot \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.4)$$

где S_{Oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед.}$

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 124,79 \text{ м}^2$,

h – высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$ [29];

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1 м^3 здания на 01.01.2020 составляет, $\Pi_{зд} = 94 \text{ руб./м}^3$.

$$K_{зДП} = 124,79 \cdot 12 \cdot 94 = 140763 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб.
ПДГ-351 СЭЛМА	140763

6.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [32]:

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot \Pi_m - H_0 \cdot \Pi_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.5)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг;

Π_m – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 09Г2С, Сталь 35 на 01.01.2020, руб./кг:

для стали 14ХГ2САФД $\Pi_m = 40,63 \text{ руб./кг}$, при $m_m = 364,6 \cdot 1,3 = 473,98 \text{ кг.}$;

для стали 10ХСНД $C_m=94,5$ руб./кг, при $m_m=348 \cdot 1,3=425,4$ кг.;

для стали 35Л $C_m=33,5$ руб./кг, при $m_m=161 \cdot 1,3=209,3$ кг;

для стали 09Г2С $C_m=44$ руб./кг, при $m_m=1,46 \cdot 1,3=1,82$ кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [12].

N_0 – норма возвратных отходов, $N_0 = m_m \cdot 0,3 = 364,6 \cdot 0,3 + 422,4 \cdot 0,3 + 161 \cdot 0,3 + 1,4 \cdot 0,3 = 262,5$ кг/шт;

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб/кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_m = 1,04 \cdot (473,98 \cdot 40,63 + 312 \cdot 67 + 209,3 \cdot 33,5 + 1,82 \cdot 44) - 262,5 \cdot 20 = 66615,29 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [31]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд.} \quad (6.6)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг: $G_d = 25,43$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [14], $k_{п-п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с1} = 78,8$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, на 01.01.2020.

$$C_{п.спредл.} = 25,43 \cdot 78,8 \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 2270,40 \text{ руб.}$$

6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [14]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (6.7)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [31];

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 62,52 \text{ руб./м}^3$;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 9,56 \text{ ч}$.

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 1,15 \cdot 62,52 \cdot 9,56 = 701,09 \text{ руб/изд.}$$

6.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.8)$$

где TC – тарифная ставка на 01.01.2020, руб., $TC = 62,01 \text{ руб.}$;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d = 1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр} = 1,5$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай} = 1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 32,8.

$$C_{з.п.сд} = 62,01 \cdot \frac{744,42}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 2291,17 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

6.2.7 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.вс.р} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot Ч_{врj} \cdot \frac{F_d}{12} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.9)$$

где ТС – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2020, руб.:

- для слесарей ТС – 61,58 руб.;
- для контролер ОТК ТС – 156 руб.;
- для МОП ТС – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

F_d – действительный фонд рабочего времени, $F_d = 1769$ ч;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d=1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр}=1,3$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай}=1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 61,58 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 27034,4 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.ОТК} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 68485,99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 24918,36 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{з.п.вс.р} = C_{з.п.слесарей} + C_{з.п.ОТК} + C_{з.п.МОП} = 27034,4 + 68485,99 + 24918,36 = 120438,75 \text{ руб.} \quad (6.10)$$

6.2.8 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого персонала рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot \chi_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.11)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

$\chi_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $\chi_{ауп} = 1$ чел.

$$C_{з.п.ауп} = 28865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 1031533,5 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

6.2.9 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [14]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o\right), \quad (6.12)$$

где U_c и I_c – электрические параметры режима сварки;

T_o – основное время сварки;

η_u – КПД оборудования, $\eta = 0,82$;

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт;

K_u – коэффициент, учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [14]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot \Pi_э, \quad (6.13)$$

где $\Pi_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $\Pi_э = 5,63$ руб.

Затраты на электроэнергию: $C_{э.с.} = 796,48$ руб.

6.2.10 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [31]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{тп}} \cdot \Pi_{\text{возд}}, \text{ руб./изд}, \quad (6.14)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ – расход воздуха, м³/ч.

$k_{\text{тп}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{тп}} = 1,15$.

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$\Pi_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб/м}^3$, стоимость воздуха на 01.01.2020 г.;

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

6.2.11 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [31]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.15)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [31];

$$a_{\text{нi}} = \frac{1}{T_{\text{co}}} \cdot 100\%, \text{ руб}, \quad (6.16)$$

где T_{co} – срок службы оборудования ($T_{\text{co}} = 3 \div 12$ лет);

$$a_{\text{нi}} = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3 \text{ руб},$$

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	a_i , %	C_z , руб/изд.
ПДГ-351 СЭЛМА	14,3	52,59

6.2.12 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [31]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.17)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [31];

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	$C_{пр}$, руб	$C_{п}$, шт.	$C_{ап}$, руб/ед. год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.180.00.000 СБ	348600	1	43,82
Роликовый стенд	254000	1	5,07
Приспособление с кантователем	315780	1	60,44
Плита слесарная	94000	1	6,06
ИТОГО			115,4

6.2.13 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [31]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.18)$$

где R_m $R_{\text{э}}$ – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [31];

ω – затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ – длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000 \text{ ч}$. [29].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	T , ч	C_p , руб/год.
ПДГ-351 СЭЛМА	7	1096	10,07	0,26
Итого:				0,26

6.2.14 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [31]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot \mu_{\text{oi}} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 124,79 \text{ м}^2$;

$\Pi_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м}$.

$$C_{\text{п}} = \frac{124,79 \cdot 250}{500} = 62,39 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$З_{\text{п}} = C + \dot{\epsilon}_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.20)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\dot{\epsilon}_{\text{н}}$ – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\dot{\epsilon}_{\text{н}} = 0,15$ (руб./ед)/руб. [31];

K_y – удельные капитальные вложения, руб./ ед.год.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\text{г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{у}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.21)$$

где $C_{\text{м}}$ – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{вм}}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд}}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.вс.р}}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{возд.}}$ – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_{\text{з}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб;

$C_{\text{у}}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб;

$C_{\text{р}}$ – затраты на ремонт оборудования, руб;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд.}} \quad (6.22)$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 87084 + 384657 + 140763 = 612504 \text{ руб/изд. год,}$$

$$C = 500 \cdot (66615,29 + 2270,40 + 701 + 2291,17 + 796,48 + 0,35 + 52,59 + 115,4 + 0,26 + 62,39) + 120438,75 \cdot 12 + 1031533,5 = 38929463,5 \text{ руб/изд. год,}$$

$$З_{\text{п}}^2 = 38929463,5 + 0,15 \cdot 612504 = 39021339,1 \text{ руб/изд. год}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	41,5
3	Производственная площадь участка, м ²	124,79
4	Количество оборудования, шт.	2
5	Списочное количество рабочих, чел.	4
6	Явочное количество рабочих, чел	3
7	Количество рабочих в первую смену, чел	2
8	Количество вспомогательных рабочих	2
9	Количество ИТР	1
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Количество приведенных затрат, руб./изд. год	39021339,1
14	Капитальные затраты, руб.	612504
15	Себестоимость изделия, руб./шт.	77858,92

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплата рабочим,

расходы на электроэнергию, амортизация и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы видим следующие цифры:

- капитальные вложения 612504 руб;
- себестоимость продукции 38929463,5 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 39021339,1 руб. на годовой выпуск.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рештака. При изготовлении рештака осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рештака на участке используется следующее оборудование:

ПДГ-351 СЭЛМА	2 шт.
приспособление сборочно-сварочное	
ФЮРА.000001.180.00.000 СБ	1 шт.
приспособление сварочное с кантователем	1 шт.
роликовый стенд	1 шт.
Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.	

Изготавливаемое изделие, рештак, является одной из основных частей шахтного перегружателя ПРСН 800. Рештаки расположены между секцией переходной и рамой концевой и соединяются между собой в «цепочку» посредством технологических пальцев и болтового соединения. К стенкам рештаков прикреплены борта кабелеукладчиков. Количество рештаков в перегружателе варьируется в зависимости от длины лавы и определяется предложением заказчика. Масса рештака составляет 875 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, 14Г2АФ, 09Г2С и Сталь 35. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO₂ (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными

непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 124,79 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и

безопасности труда;

- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов

агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление,

зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м^3), а также CO_2 до $0,5 \div 0,6\%$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК 0,1 мг/м^3); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [33, 34].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц $< 0,1 \text{ м/с}$.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [34].

На участке сборки и сварки изготовления рештака применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [35].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [36]:

$$L_m = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредных веществ, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [37];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [37]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_n + t_b}, \quad (7.2)$$

где t_n и t_b – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м,} \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 2 = 26,36 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 26,36 \cdot 0,2 = 5,27 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_o = 18973,44 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 300-45-8 с двигателем АИР180М8 15 кВт 750 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

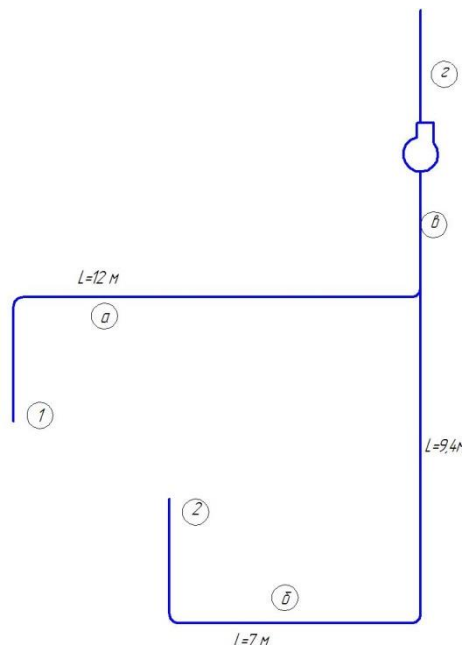


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 18973,44 \cdot 1/2 = 9486,72 \text{ м}^3 \cdot \text{ч,} \quad (7.7)$$

Для второй ветви:

$$L_{м2} = 18973,44 \cdot 1/2 = 9486,72 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.8)$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [39]:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{9486,72}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм}, \quad (7.9)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{9486,72}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{18973,44}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

ПДГ-351 СЭЛМА;

вентиляция;

сварочная дуга;

слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [38].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается

производительность труда и ухудшается качество работы [38].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [34].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [39].

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 6 светильников.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток

теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ [40].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навывпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;

свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;

при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

правильная фиксация решётки на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;

контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъёмных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [41].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Также селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки рештака ФЮРА.ПСНР800.180.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и

сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [41].

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рештака предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [41].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;

огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;

ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рештака.

Для сборки-сварки рештака применено стационарное сборочно – сварочное приспособление с пневмоприжимами, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 124,79 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 69,5 %;

Себестоимость изделия-77858,92 руб.

Список использованных источников

1. В. П. Елагин / Выбор защитного газа для механизированной дуговой сварки разнородных сталей // Автоматическая сварка – 2014 – №6-7 – С. 114-118.
2. Крюков А.В., Павлов Н.В./ Газовые смеси, как способ совершенствования процессов сварки MIG/MAG// Современные проблемы науки и образования-№6-2014 "Академия Естествознания" (Пенза) eISSN:2070-7428
3. Костин А.М. Сварочные материалы – “НУК”, 2004. – 225 с.
4. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.
5. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов.радио, 1979. – 184 с.
6. Джонс Дж.К. Методы проектирования. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
7. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. – М.: Мир, 1969. – 440 с.
8. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.
9. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
10. Томас К. И., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. – 247 с.
11. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. - 256 с.
12. Проволока стальная сварочная. технические условия. ГОСТ 2246-70 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.standartov.ru/norma_doc/3/3903/index.htm

13. Оботуров В. И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989-232с.
14. Федько В.Т./Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ,» - 1993. – 98 с.
15. Сварочный полуавтомат ПДГ-351 СЭЛМА [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluvavtoma-ticheskaya-svarka/poluvavtomaty-vstroennyj-mpp/pdg-351-selma/>
16. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
17. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288с.
18. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
19. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.
20. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
21. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Новейшие технологии изготовления сварных конструкций. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2006.
22. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Устройства для перемещения сварочных аппаратов и их расчет. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
23. Крампит Н.Ю., Копытов О.В., Друзик О.А. Устройства для перемещения сварочных аппаратов. Сварочные колонны и тележки.

«Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.

24. Основы технологической подготовки производства : учеб.пособие / Е. Б. Вотинова, М. П. Шалимов, А. М. Фивейский. — Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2017. – 168 с.

25. Крампит Н. Ю. Сварочные приспособления. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства» ДО, 2008 г.

26. Ковалев Г.Д., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Механическое сварочное оборудование. Учебное пособие для ст. спец.120500, Изд-во ТПУ, г. Томск- 2012г.

27. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г., Крампит М.А. Устройства для поворота изделия. Вращатели и манипуляторы. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012.

28. Крампит Н.Ю., Крампит М.А., Лукашов А.С. Устройства для перемещения изделия. Транспортёры. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.

29. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557с.

30. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

31. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. – 32 с.

32. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978 – 557 с.

33. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

34. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

35. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>
36. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.
37. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
38. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.
39. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.
40. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>